

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-043251

(43)Date of publication of application : 15.02.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 10-213564

(71)Applicant : OKI DATA CORP

(22)Date of filing : 29.07.1998

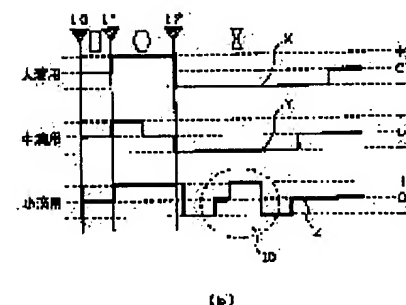
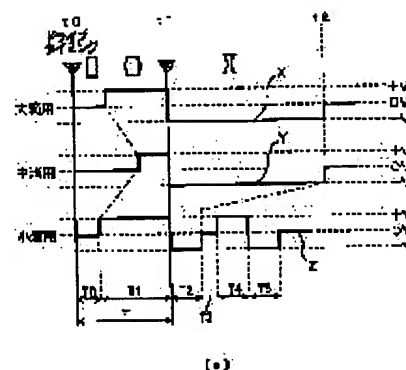
(72)Inventor : SUEMUNE TOSHIRO

## (54) INK-JET HEAD DRIVING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To print a gradation image without an image quality irregularity by keeping a timing of changing an ink room from the inflated state to the shrunk state constant regardless of the ejected droplet amount so as to have the control thereafter for absorbing the vibration energy constant and homogenize the residual vibration to an ink room group to be driven subsequently.

**SOLUTION:** In a printing head comprises a large number of ink rooms either of ink room groups is inflated and the ink room group is shrunk again so as to eject ink droplets, and then, after passage of a waiting time according to the ejected droplet amount, the ink room is inflated. All the ink rooms are controlled so as to be shrunk after passage of a certain time from a drive timing for starting the printing operation regardless of the ejected droplet amount.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention has many ink rooms and relates to the ink-jet head drive method of composition of making the wall which separates the ink room transform, and carrying out the regurgitation of the ink drop.

[0002]

[Description of the Prior Art] An ink jet printer prints by making an ink drop breathe out. There is a thing of composition of having had the ink room of a large number which used the piezoelectric device for this print head. This print head gives an electric pulse to a piezoelectric device, and is made to transform the wall which encloses an ink room by the piezoelectric effect. In this way, the content volume of each ink room is changed, ink is attracted from the ink tank which stands in a row in an ink room, and the regurgitation of the ink drop is carried out from the orifice arranged at the end of an ink room.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, there were the following technical problems which should be solved in the above Prior arts. In order that the above print heads may be made to transform the wall which separates the ink room which adjoined mutually and may carry out the regurgitation of the ink, they are difficult for making it operate so that two adjoining ink rooms may be expanded simultaneously or may be shrunk. Then, one ink room group is selected by the method of choosing at intervals the ink room located in a line with one train every three pieces. In this way, 3 sets of ink room groups are selected in all, and these are driven by turns. However, when driving the following ink room group after driving a certain ink room group, vibration of the ink room which remains by the drive of the last ink room group may influence the drive of the following ink room group.

[0004] Since the remains energy of vibration of the ink room which breathed out the big ink drop, and the ink room which breathed out the small ink drop differs when the size of the ink drop which carries out the regurgitation from each ink room especially tends to be chosen by the drive energy and it is going to carry out multi-gradation expression, the influence to the ink room driven next also becomes various. Therefore, there was a problem that quality of image could not vary according to the content of the signal which it is going to print, and stable multi-gradation printing could not be performed.

[0005]

[Means for Solving the Problem] this invention adopts the next composition in order to solve the above point.

<Composition 1> Make the wall which separates the ink room where plurality adjoined transform, and the content volume of each ink room is changed. About the print head of composition of carrying out the regurgitation of the ink drop of respectively arbitrary drop measures from the orifice which attracted ink from the ink tank which stands in a row in each ink room, and has been arranged at the end of each ink room Expand the ink room group of one of introduction, and the content volume of each ink room is

increased. When shrinking the above-mentioned ink room group again, reducing the content volume of each ink room and making an ink drop breathe out from the above-mentioned orifice. From the drive timing for starting printing operation, after passing the weight time according to the regurgitation drop measure, each above-mentioned ink room is expanded. The ink-jet head drive method characterized by controlling to shrink all ink rooms when fixed time has been passed since the above-mentioned drive timing irrespective of a regurgitation drop measure.

[0006] <Composition 2> The ink-jet head drive method characterized by holding the state where all ink rooms were shrunk fixed time irrespective of the regurgitation drop measure after shrinking each ink room and making ink breathe out in the ink-jet head drive method given in composition 1.

[0007] <Composition 3> The ink-jet head drive method characterized by returning to the state where the ink room was shrunk since short-time expansion of all the ink rooms was again carried out by the pattern same irrespective of a regurgitation drop measure after shrinking each ink room, making ink breathe out, and shrinking all ink rooms fixed time irrespective of a regurgitation drop measure in the ink-jet head drive method given in composition 1.

[0008]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using an example.

<Example 1> Drawing 1 (a) is the ink-jet head drive method timing chart of an example 1, and (b) is the drive method timing chart of the example of comparison. Before explaining print head drive timing, the composition and outline operation of a print head to which this invention is applied first are explained.

[0009] Drawing 2 is the perspective diagram of a print head. This print head 1 accumulates the 1st piezoelectric device 2-1, the 2nd piezoelectric device 2-2, and the 3rd piezoelectric device 2-3, and is constituted. The ink room 4 shown in drawing is formed by piling up the 2nd piezoelectric device 2-2, and forming a slot parallel to many longitudinal directions on the 1st piezoelectric device 2-1, at these. Polarization processing of the 1st piezoelectric device 2-1 and 2nd piezoelectric device 2-2 is carried out crosswise, respectively. Moreover, the 3rd piezoelectric device 2-3 is not carried out in polarization processing.

[0010] An orifice plate 5 is stuck on the end face of all ink rooms. The orifice 6 arranged at a time at the end of [ one ] each ink room is formed in this orifice plate 5. The common ink room 8 is connected, and it is constituted at the other end side of the ink room 4 so that ink may be supplied from the ink tank which is not illustrated. In addition, the electrode for a drive is stuck on the upper surface of the 3rd piezoelectric device 2-3, the boundary of the 2nd piezoelectric device 2-2 and the 1st piezoelectric device 2-1, and the inferior surface of tongue of the 1st piezoelectric device 2-1, respectively. It is constituted by these so that a driving pulse may be supplied from a flat cable 7.

[0011] The end view in each state of the above-mentioned ink room is shown in drawing 3. The already explained orifice plate 5 is stuck on this ink room end face. Drawing shows the state where it was removed. Drawing 3 (a) shows the ink room 4 of an initial state to which a driving pulse is not supplied. The electric field of a direction as a driving pulse impressed between the inferior surface of tongue of the 1st piezoelectric device 2-1 of drawing and an electrode 3, for example, shown in the arrow E1 of drawing are added. Moreover, the electric field of a direction as shown in the arrow E2 of drawing between the upper surface of the 3rd piezoelectric device 2-3 and an electrode 3 are added. By this, the 1st piezoelectric device 2-1 and 2nd piezoelectric device 2-2 produce [ both ] deformation of share mode. It is because the sense of electric field and the sense of polarization which are formed lie at right angles. By this, as shown in the arrow F of drawing, the force is added.

[0012] When the polarity of a driving pulse is a retrose, the electric field of an opposite direction are completely added and the force of an opposite direction joins the 1st piezoelectric device 2-1 and 2nd piezoelectric device 2-2. Here, suppose that the force of arrow FF' joined the wall of two sheets of drawing by the driving pulse. Thereby, as shown in (b) of drawing, the wall which encloses the ink room 4 deforms, the ink room 4 expands, and the content volume of an ink room increases. Ink is inhaled inside the ink room 4 through the common ink room 8 shown in drawing 2 by this.

[0013] If the driving pulse of reversed polarity is added to the following timing, as the wall which

encloses the ink room 4 completely receives the force of an opposite direction and it is shown in drawing 3 (c), the ink room 4 will be shrunk shortly. Thus, the ink held in the interior of the ink room 4 from the orifice 6 already explained that the content volume of the ink room 4 decreases rapidly is breathed out. Then, if a driving pulse is lost, it will return to the state where it is again shown in drawing 3 (a).

[0014] The block diagram of a head drive circuit which drives the above heads is shown in drawing 4. As shown in drawing, the head drive circuit is connected with the driver section 12 which gives fixed driver voltage to the electrode for a control section 11 driving each ink room. Each driver section 12 is constituted by the switching device which switches a switch so that a driving pulse (+V volts, 0 volt, or -V volts) may be supplied to each electrode. Expansion or contraction control of an ink room which was explained by control of this driver section 12 using drawing 3 is performed.

[0015] Drawing 5 shows the timing chart of an ink room group of operation. These are divided into three ink room groups, when many ink rooms separate the wall of each other and adjoin, as shown in drawing 3. These groups are made to call it A group, B group, and C group, as shown in drawing 4. In this case, (a) of drawing 5 is the pulse which drives A group, and (b) shows the pulse which drives B group. Moreover, (c) is a pulse which drives C group. A group is driven from time t1 till time t2, and B group is driven from time t2 till time t3. C group is driven from time t3 till time t4.

[0016] Array explanatory drawing of an ink room group is shown in drawing 6. Many ink rooms 4 are arranged as shown in this drawing, and they constitute the print head 1. As these electrodes show in drawing, it is divided into the object for A groups, the object for B groups, and C groups, and a predetermined printing pulse is supplied to these, respectively. In addition, although each ink room is driven with a separate signal, respectively, in this drawing, it expresses with one line collectively.

[0017] Here, it returns to drawing 1 and the ink-jet head drive method of the example 1 of this invention is explained. First, in case a predetermined ink room group is driven, a drive timing signal is supplied from the encoder output of the timer of a computer, or the servo motor of a printer etc. A driving pulse is turned on and off on the basis of this timing. For example, it is made to generate this drive timing every 42 microseconds here. That is, one of ink room groups drives among three ink room groups every 42 microseconds.

[0018] The horizontal axis of a timing chart shown in drawing 1 is time. Moreover, in X, the object for large drops and Y show the object for inside drops, and Z shows the timing for globules. Driver voltage each of each pulses - When it is V, an ink room is shrunk, and an ink room is expanded at the time of +V. An ink room is in an initial state at the time of 0V. Any state showed the abbreviation cross-section configuration of an ink room all over drawing.

[0019] Here, a driving pulse is set to +V, after drive timing occurs at the time t0 of drawing and passing T 0 hour shown in drawing, in performing the drive for large drops. That is, an ink room is expanded here. And after T 1 hour passes, an ink room is shrunk at time t1. The case for large drops, and in for inside drops, after maintaining the state where the ink room was shrunk till time t2, the ink room is returned to the initial state. In addition, the frequency which an ink room contracts most efficiently or expands according to the structural cause of the configuration of an ink room, aperture, and others is decided. This is called resonance frequency of pressure vibration.

[0020] In this example, this resonance frequency used what is 47kHz, for example. In this case, a period serves as 21 microseconds. In order to carry out the regurgitation of the ink drop so much most efficiently at this time, the time near the half period of this resonance frequency and an ink room are expanded, and the thing [ carrying out a post shrinkage ] is desirable. Therefore, in the example of X shown in drawing 1, T1 is selected to 8 or about nine microseconds in consideration of the response time of a drive element, and other situations. On the other hand, in the example of Y for inside drops, T1 is selected to 5 - 6 microsecond of the half extent.

[0021] On the other hand, if time which expands an ink room more than this is shortened in the case of a globule, since an ink drop is breathed out and lost, the time which expands an ink room will be conversely selected to about about nine microseconds for a long time. And after shrinking an ink room at time t1, an ink room is returned to an initial state 2 hours after T, time of the initial state is set to T3,

and an ink room is expanded further shortly for T 4 hours. And shortly, an ink room is shrunk again, it holds for T 5 hours, and the state of an ink room is returned to an initial state after that.

[0022] If control like this Z is performed, after shrinking an ink room, the ink drop which it began to breathe out will be returned to the ink interior of a room by expanding an ink room again. By this, control that a very little ink drop is breathed out can be performed. In addition, after expanding an ink room for T 4 hours, it is for attenuating rapidly vibration by the ink room expansion for stopping the ink drop regurgitation here, and carrying out absorption disappearance to shrink an ink room again for T 5 hours. Moreover, in the object for large drops, and for inside drops, the time during time t1 and t2 is selected at the time near one period of the pressure oscillating resonance frequency of an ink room. It is for this also attenuating residual vibration effectively and carrying out absorption disappearance.

[0023] The conventional drive method timing chart is shown in (b) as an example of comparison. The time t0 shown in this drawing expresses drive timing. It is made to start the driving pulses X, Y, and Z for the object for large drops, the object for inside drops, and globules at the time t1 after fixed time from this drive timing irrespective of the size of an ink drop conventionally.

[0024] That is, an ink room is expanded, the object for inside drops of the object for large drops is a little shorter than it at time t1 till time t2, and the object for globules expands a time ink room a little longer than it at it if needed. And an ink room is shrunk after that. The time which makes contraction continue is the time optimized individually in order to attenuate the residual vibration energy of an ink room.

[0025] However, as shown in this drawing, when the drive for large drops, the drive for inside drops, and the drive for globules are performed, time to end a drive, respectively comes apart and the vibrational energy which remains also becomes various. Therefore, the influence which it has in case such residual vibration drives the following ink room group was scattering, and caused quality-of-printed-character destabilization.

[0026] The timing switched to the state where it was made to contract from the state where the ink room was expanded according to this invention shown in drawing 1 (a) is made in agreement, and since time to hold where an ink room is shrunk after that can also be made almost equal, the influence of vibration in the ink room group B driven to the degree of the ink room group A becomes uniform.

[0027] In addition, although it differs from the object for large drops, and the object for inside drops in for the globules shown in drawing 1 (a), it is sufficient if the time between t2 is selected from time t1 so that vibration of an ink room may be attenuated and the residual vibration energy and the residual vibration energy in for the object for large drops and inside drops may become equal by control of the time T3, T4, and T5 shown in drawing 1. Therefore, equalization of control by control as shown in drawing 1 (a) can be attained.

[0028] The concrete numeric value showed each times T0, T1, and T2 of the above-mentioned example 1, and the control time according to the size of the ink drop of --T5 to drawing 7. Each of the unit is a microsecond.

[0029] <Effect of an example 1> An ink room is expanded after passing the weight time according to regurgitation volume since the drive timing at the time of starting printing operation as mentioned above. So that it is not concerned with regurgitation volume, but all ink rooms may be shrunk from drive timing, after [ fixed ] carrying out time progress. If each ink room group is controlled, it will not be concerned with the ink drop discharge quantity of the ink room group driven immediately before, but the influence of the residual vibration to the ink room group driven immediately after will be equalized mostly, and the printing control which was not concerned with the content of a picture signal but was stabilized will be attained.

[0030] <Example 2> Explanatory drawing of an example 2 of operation is shown in drawing 8. This composition is indicated in the completely same form as the table shown in drawing 7. Moreover, the ink-jet head drive method timing chart of an example 2 is shown in drawing 9. This timing chart is indicated based on the data of drawing 8. The written point of drawing of drawing 9 is the same as that of the timing chart shown in drawing 1 (a) of an example 1. It is made to switch to the state where it was made to contract from the state where it was not concerned with the regurgitation ink drop measure, but

ink rooms were expanded all at once like the example 1 at the time  $t_1$  which carried out fixed time progress from the drive timing time  $t_0$ , in this example.

[0031] This example 2 shows the example of control in the high-density printing mode of for example, 600DPI. The maximum size of the ink drop measure which should be breathed out in high-density printing mode is fully small. Therefore, the control for the globules of an example 1 is adopted as all ink drop regurgitation control. In the case of 600DPI, it is the length of the diagonal line of a 1/600 inch grid, and the ink drop of the diameter of about 60 micrometer is a maximum size.

[0032] The switch timing of the time  $t_1$  in the state of making it contracting from the state where the ink room was expanded, like the case of an example 1 is made in agreement here so that drawing 9 and drawing 8 may be seen and understood. Furthermore, in order to stop the discharge quantity of an ink drop after that, temporarily, an ink room is returned to an initial state, it is made to expand and operation of shrinking an ink room again is performed. That is, the processing from time  $t_1$  to time  $t_2$  completely becomes the same irrespective of the discharge quantity of an ink drop. For this reason, further, the state of the residual vibration energy in time  $t_2$  is not concerned with an ink drop measure, but becomes simultaneously regularity from an example 1.

[0033] <Effect of an example 2> If it is not concerned with the size of an ink drop but operation which adjusts the ink drop discharge quantity after shrinking an ink room as mentioned above is used as a fixed pattern, the influence to the ink room group driven after that can be stabilized further.

[0034] <Example 3> An example 3 is suitable for the control in printing of for example, 300DPI.

Drawing 10 is explanatory drawing of an example 3 of operation, and drawing 11 is the ink-jet head drive method timing chart of an example 3. The written point is the same as that of an old example.

When printing in 300DPI, the smallest drive method for globules becomes the same as that of the drive method for the object for large drops, or inside drops shortly. That is, as shown in drawing 11, it switches from drive timing to the state where it was made to contract from the state where the ink room was expanded simultaneously, also about the ink drop of which size after fixed time.

[0035] The ink room expansion maintenance time before time  $t_1$  adjusts adjustment of an ink drop. Furthermore, it maintains in the state where the ink room was shrunk, till time  $t_2$  after time  $t_1$ . After time  $t_1$ , till time  $t_2$ , it is not concerned with the size of an ink drop, but fixed operation is carried out.

[0036] <Effect of an example 3> By this, after time  $t_1$ , the state of the residual vibration energy which remains in an ink room is not concerned with the size of an ink drop, but becomes fixed. Therefore, the influence on the ink room group driven next is stable like an old example, and high-definition printing is performed.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Make the wall which separates the ink room where plurality adjoined transform, and the content volume of each ink room is changed. About the print head of \*\*\*\*\* which breathes out the ink drop of respectively arbitrary drop measures from the orifice which attracted ink from the ink tank which stands in a row in each ink room, and has been arranged at the end of each ink room Expand the ink room group of one of introduction, and the content volume of each ink room is increased. When shrinking the aforementioned ink room group again, reducing the content volume of each ink room and making an ink drop breathe out from the aforementioned orifice From the drive timing for starting printing operation, after passing the weight time according to the \*\*\*\* drop measure, each aforementioned ink room is expanded. The ink-jet head drive method characterized by controlling to shrink all ink rooms when fixed time has been passed since the aforementioned drive timing irrespective of a \*\*\*\* drop measure.

[Claim 2] The ink-jet head drive method characterized by holding the state where all ink rooms were shrunk fixed time irrespective of the \*\*\*\* drop measure after shrinking each ink room and making ink breathe out in the ink-jet head drive method according to claim 1.

[Claim 3] The ink-jet head drive method characterized by returning to the state where the ink room was shrunk since short-time expansion of all the ink rooms was again carried out by the pattern same irrespective of a \*\*\*\* drop measure after shrinking each ink room, making ink breathe out in the ink-jet head drive method according to claim 1, and shrinking all ink rooms fixed time irrespective of a \*\*\*\* drop measure.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-43251

(P2000-43251A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A 2 C 0 5 7

2/055

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-213564

(22) 出願日 平成10年7月29日 (1998.7.29)

(71) 出願人 591044164

株式会社沖データ

東京都港区芝浦四丁目11番地22号

(72) 発明者 末宗 俊郎

東京都港区芝浦四丁目11番地22号 株式会  
社沖データ内

(74) 代理人 100082050

弁理士 佐藤 幸男 (外1名)

Fターム (参考) 20057 AF07 AF39 AG12 AG45 AM03

AM17 AM18 AR16 BA03 BA14

CA01

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド駆動方法

(57) 【要約】

【解決手段】 印字ヘッドが多数のインク室から成るとき、始めにいずれかのインク室群を膨張させ、再びそのインク室群を収縮させてインク滴を吐出する。このとき、吐出滴量に応じたウェイト時間を経過してから各インク室を膨張させるが、吐出滴量に関わらず印字動作を開始するドライブタイミング t<sub>0</sub> から一定の時間を経過した時刻 t<sub>1</sub> に、全てのインク室を収縮させるように制御する。

【効果】 インク室が膨張している状態から収縮している状態に変化するタイミングを吐出滴量に関わらず一定にすれば、その後の振動エネルギー吸収のための制御を一定にすることができ、続いて駆動されるインク室群への残留振動も均一化されるため、画質のばらつきがない階調画像が印字できる。

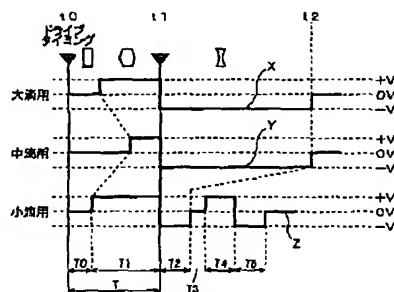
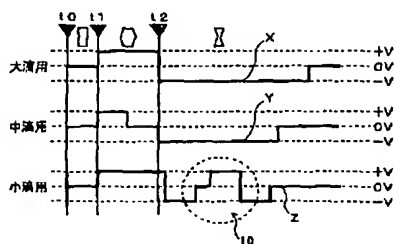


図1のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャート (a)



比較例の駆動方法タイミングチャート (b)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の隣接したインク室を隔てる壁を変形させて、各インク室の内容積を変化させ、各インク室に連なるインクタンクからインクを吸引し、各インク室の一端に配置したオリフィスからそれぞれ任意の滴量のインク滴を吐出する構成の印字ヘッドについて、始めにいずれかのインク室群を膨張させて各インク室の内容積を増やし、再び前記インク室群を収縮させて各インク室の内容積を減らし、前記オリフィスからインク滴を吐出させる場合に、

印字動作を開始するためのドライブタイミングから、吐出滴量に応じたウェイト時間を経過してから前記各インク室を膨張させ、吐出滴量にかかわらず前記ドライブタイミングから一定の時間を経過したとき全てのインク室を収縮させるように制御することを特徴とするインクジェットヘッド駆動方法。

【請求項2】 請求項1に記載のインクジェットヘッド駆動方法において、

各インク室を収縮させてインクを吐出させた後、吐出滴量にかかわらず、一定時間全てのインク室を収縮させた状態を保持することを特徴とするインクジェットヘッド駆動方法。

【請求項3】 請求項1に記載のインクジェットヘッド駆動方法において、

各インク室を収縮させてインクを吐出させた後、吐出滴量にかかわらず、一定時間全てのインク室を収縮させた後、吐出滴量にかかわらず同一のパターンで、再び全てのインク室を短時間膨張させてからインク室を収縮させた状態に戻すことを特徴とするインクジェットヘッド駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多数のインク室を持ち、そのインク室を隔てる壁を変形させてインク滴を吐出する構成のインクジェットヘッド駆動方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】インクジェット式プリンタはインク滴を吐出させて印字を行う。この印字ヘッドに圧電素子を用いた多数のインク室を備えた構成のものがある。この印字ヘッドは、圧電素子に電気パルスを与え、インク室を取り囲む壁をピエゾ効果によって変形させる。こうして、各インク室の内容積を変化させ、インク室に連なるインクタンクからインクを吸引し、インク室の一端に配置したオリフィスからインク滴を吐出する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の技術には次のような解決すべき課題があった。上記のような印字ヘッドは、互いに隣接したインク室を隔てる壁を変形させてインクを吐出するため、隣接する

2

2つのインク室を同時に膨張させたり収縮させるように動作させるのは難しい。そこで、1列に並んだインク室を例えば3個おきにとびとびに選択する方法でひとつのインク室群を選定する。こうして、全部で3組のインク室群を選定し、これらを代わる代わる駆動する。ところが、あるインク室群を駆動した後、次のインク室群を駆動する場合、直前のインク室群の駆動によって残留するインク室の振動が次のインク室群の駆動に影響することがある。

【0004】特に、各インク室から吐出するインク滴の大きさをその駆動エネルギーによって選択し、多階調表現をしようとする場合、大きなインク滴を吐出したインク室と小さなインク滴を吐出したインク室の振動の残留エネルギーが異なるため、次に駆動するインク室に対する影響もまちまちになる。従って、印字しようとする信号の内容によって画質がばらつき、安定した多階調印字を行うことができないという問題があった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

〈構成1〉複数の隣接したインク室を隔てる壁を変形させて、各インク室の内容積を変化させ、各インク室に連なるインクタンクからインクを吸引し、各インク室の一端に配置したオリフィスからそれぞれ任意の滴量のインク滴を吐出する構成の印字ヘッドについて、始めにいずれかのインク室群を膨張させて各インク室の内容積を増やし、再び上記インク室群を収縮させて各インク室の内容積を減らし、上記オリフィスからインク滴を吐出させる場合に、印字動作を開始するためのドライブタイミングから、吐出滴量に応じたウェイト時間を経過してから上記各インク室を膨張させ、吐出滴量にかかわらず上記ドライブタイミングから一定の時間を経過したとき全てのインク室を収縮させるように制御することを特徴とするインクジェットヘッド駆動方法。

【0006】〈構成2〉構成1に記載のインクジェットヘッド駆動方法において、各インク室を収縮させてインクを吐出させた後、吐出滴量にかかわらず、一定時間全てのインク室を収縮させた状態を保持することを特徴とするインクジェットヘッド駆動方法。

【0007】〈構成3〉構成1に記載のインクジェットヘッド駆動方法において、各インク室を収縮させてインクを吐出させた後、吐出滴量にかかわらず、一定時間全てのインク室を収縮させた後、吐出滴量にかかわらず同一のパターンで、再び全てのインク室を短時間膨張させてからインク室を収縮させた状態に戻すことを特徴とするインクジェットヘッド駆動方法。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体例を用いて説明する。

〈具体例1〉図1(a)は、具体例1のインクジェット

## 3

ヘッド駆動方法タイミングチャート、(b)は、比較例の駆動方法タイミングチャートである。印字ヘッド駆動タイミングの説明をする前に、まず本発明が適用される印字ヘッドの構成と概略動作を説明する。

【0009】図2は、印字ヘッドの斜視図である。この印字ヘッド1は、第1の圧電素子2-1と、第2の圧電素子2-2と、第3の圧電素子2-3とを積み重ねて構成される。第1の圧電素子2-1の上に第2の圧電素子2-2を重ね、これらに多数の長手方向に平行な溝を形成することによって、図に示すインク室4が設けられ10る。第1の圧電素子2-1と第2の圧電素子2-2とは、それぞれ幅方向に分極処理されている。また、第3の圧電素子2-3は分極処理をされていない。

【0010】全てのインク室の端面にはオリフィスプレート5が貼り付けられる。このオリフィスプレート5には、各インク室の端に1個ずつ配置されるオリフィス6が設けられる。インク室4の他端側には、共通インク室8が連結され、図示しないインクタンクからインクが供給されるように構成されている。なお、第3の圧電素子2-3の上面と、第2の圧電素子2-2と第1の圧電素子2-1の境界と、第1の圧電素子2-1の下面には、それぞれ駆動用の電極が貼り付けられている。これらには、フラットケーブル7から駆動パルスが供給されるよう構成されている。

【0011】図3に、上記インク室の各状態での端面図を示す。このインク室端面には、既に説明したオリフィスプレート5が貼り付けられる。図はそれを除去した状態を示す。図3(a)は、駆動パルスが供給されない初期状態のインク室4を示す。駆動パルスは、図の第1の圧電素子2-1の下面と電極3との間に印加され、例えば図の矢印E1に示すような方向の電界が加えられる。また、第3の圧電素子2-3の上面と電極3との間に図の矢印E2に示すような方向の電界が加えられる。これによって、第1の圧電素子2-1と第2の圧電素子2-2とは、共にシェアモードの変形を生じる。形成される電界の向きと分極の向きとが直交しているからである。これによって、図の矢印Fに示すように力が加わる。

【0012】駆動パルスの極性が逆向きの場合には、全く逆方向の電界が加えられ、第1の圧電素子2-1と第2の圧電素子2-2には、逆方向の力が加わる。ここで、例えば駆動パルスによって、図の2枚の壁に矢印F、F'の力が加わったとする。これにより、図の(b)に示すように、インク室4を取り囲む壁が変形し、インク室4が膨張してインク室の内容積が増える。これによって、図2に示した共通インク室8を通じて、インク室4の内部にインクが吸入される。

【0013】次のタイミングで、逆極性の駆動パルスが加わると、インク室4を取り囲む壁は全く逆方向の力を受け、今度は図3(c)に示すように、インク室4を収縮させる。このようにインク室4の内容積が急激に減少40

## 4

すると、既に説明したオリフィス6からインク室4の内部に収容されたインクが吐出される。その後、駆動パルスがなくなると、再び図3(a)に示すような状態に戻る。

【0014】図4には、上記のようなヘッドを駆動するヘッド駆動回路のブロック図を示す。図に示すように、ヘッド駆動回路は、制御部11が各インク室を駆動するための電極に一定の駆動電圧を与えるドライバ部12と接続されている。各ドライバ部12は、各電極に+Vボルト、0ボルト、あるいは-Vボルトの駆動パルスを供給するようにスイッチを切り換えるスイッチ素子により構成される。このドライバ部12の制御によって、図3を用いて説明したようなインク室の膨張あるいは収縮制御が行われる。

【0015】図5は、インク室群の動作タイミングチャートを示す。図3に示したように、多数のインク室が互いに壁を隔てて隣接している場合に、これらを3つのインク室群に分割する。これらの群を、図4に示したようにA群、B群、C群と呼ぶことにする。この場合に、図5の(a)はA群を駆動するパルスで、(b)はB群を駆動するパルスを示す。また、(c)はC群を駆動するパルスである。時刻t1から時刻t2まではA群を駆動し、時刻t2から時刻t3まではB群を駆動する。時刻t3から時刻t4まではC群を駆動する。

【0016】図6には、インク室群の配列説明図を示す。多数のインク室4は、この図に示すように配列されて印字ヘッド1を構成している。これらの電極が図に示すように、A群用、B群用、C群用に分けられ、これらにそれぞれ所定の印字パルスが供給される。なお、各インク室はそれぞれ別々の信号によって駆動されるが、この図ではまとめて1本の線で表している。

【0017】ここで、図1に戻って、本発明の具体例1のインクジェットヘッド駆動方法を説明する。まず、所定のインク室群を駆動する際、コンピュータのタイマやプリンタのサーボモータのエンコーダ出力等からドライブタイミング信号が供給される。このタイミングを基準に、駆動パルスがオンオフする。例えば、ここでは42マイクロ秒毎に、このドライブタイミングが発生するようにしている。即ち42マイクロ秒毎に3つのインク室群のうちいずれかのインク室群が駆動される。

【0018】図1に示したタイミングチャートの横軸は時間である。また、Xは大滴用、Yは中滴用、Zは小滴用のタイミングを示す。各パルスは、いずれも駆動電圧が-Vのときインク室を収縮させ、+Vのときインク室を膨張させる。0Vのときはインク室が初期状態にある。いずれの状態も、図中にインク室の略断面形状を示した。

【0019】ここで、大滴用の駆動を行う場合には、図の時刻t0でドライブタイミングが発生してから、図に示すT0時間を経過した後、駆動パルスを+Vにする。

5

即ち、ここでインク室を膨張させる。そして、T1時間経過した後、時刻t1でインク室を収縮させる。大滴用の場合と中滴用の場合とは、時刻t2までインク室を収縮させた状態を維持してからインク室を初期状態に戻している。なお、インク室の形状、口径、その他の構造的な原因により、インク室が最も効率よく収縮しあるいは膨張する周波数が決まる。これを圧力振動の共振周波数と呼んでいる。

【0020】この例では、例えばこの共振周波数が47kHzのものを使用した。この場合、周期は21マイクロ秒となる。このとき、インク滴を最も効率よく多量に吐出するためには、この共振周波数の半周期に近い時間、インク室を膨張させ、その後収縮させることが好ましい。従って、図1に示すXの例では、ドライブ素子の応答時間、その他の事情を考慮し、T1を8あるいは9マイクロ秒程度に選定している。一方、中滴用のYの例では、T1をその半分程度の5〜6マイクロ秒に選定している。

【0021】一方、小滴の場合、これ以上インク室を膨張させる時間を短くすると、インク滴が吐出しなくなる<sup>20</sup>ことから、インク室を膨張させる時間は逆に長くほぼ9マイクロ秒程度に選定する。そして、時刻t1でインク室を収縮させた後、T2時間後にインク室を初期状態に戻し、その初期状態の時間をT3とし、更に今度はT4時間、インク室を膨張させる。そして、今度は再びインク室を収縮させてT5時間保持し、その後、インク室の状態を初期状態に戻す。

【0022】このZのような制御を行うと、インク室を収縮させた後、再度インク室を膨張させることによって、吐出し始めたインク滴をインク室内に戻すようにする<sup>30</sup>。これによって、ごく少量のインク滴が吐出されるといった制御ができる。なお、T4時間、インク室を膨張させた後、再びT5時間、インク室を収縮させるのは、インク滴吐出を抑えるためのインク室膨張による振動をここで急激に減衰させ、吸収消滅させるためである。また、大滴用と中滴用の場合、時刻t1とt2の間の時間をインク室の圧力振動共振周波数の1周期に近い時間に選定する。これも、残留振動を効果的に減衰させ、吸収消滅させるためである。

【0023】(b)に、比較例として従来の駆動方法<sup>40</sup>のタイミングチャートを示す。この図に示す時刻t0は、ドライブタイミングを表す。従来は、インク滴の大きさにかかわらず、このドライブタイミングから一定時間後の時刻t1に、大滴用、中滴用、小滴用の駆動パルスX、Y、Zを立ち上げるようにしている。

【0024】即ち、時刻t1に、インク室を膨張させ、大滴用は時刻t2まで、中滴用は、それよりもやや短く、小滴用は必要に応じてそれよりもやや長い時間インク室を膨張させる。そして、その後、インク室を収縮させる。収縮を継続させる時間はインク室の残留振動エネル<sup>50</sup>

6

ギーを減衰させるために個別に最適化された時間となっている。

【0025】ところが、この図に示すように、大滴用の駆動と中滴用の駆動と小滴用の駆動を行った場合、それぞれ駆動を終了する時間がばらばらになり、残留する振動エネルギーもまちまちになる。従って、これらの残留振動が、次のインク室群を駆動する際に与える影響がばらばらで、印字品質不安定化の要因となっていた。

【0026】図1(a)に示す本発明によれば、インク室を膨張させた状態から収縮させた状態に切り換えるタイミングを一致させ、その後、インク室を収縮させた状態で保持する時間もほぼ等しくすることができるため、例えばインク室群Aの次に駆動するインク室群Bへの振動の影響が均一になる。

【0027】なお、図1(a)に示す小滴用の場合は、大滴用、中滴用と異なるが、図1に示した時間T3、T4、T5の制御によってインク室の振動を減衰させて、その残留振動エネルギーと大滴用、中滴用の場合の残留振動エネルギーとが等しくなるように、時刻t1からt2の間の時間を選定すれば足りる。従って、図1(a)に示すような制御によって制御の均一化を図ることができる。

【0028】図7には、上記具体例1の各時間T0、T1、T2、…T5のインク滴の大きさに応じた制御時間を具体的な数値で示した。その単位はいずれもマイクロ秒である。

【0029】〈具体例1の効果〉以上のように、印字動作を開始する際のドライブタイミングから吐出液量に応じたウェイト時間を経過してからインク室を膨張させ、吐出液量に関わらずドライブタイミングから一定の時間経過した後、全てのインク室を収縮させるように、各インク室群の制御を行えば、直前に駆動されるインク室群のインク滴吐出量に関わらず、直後に駆動されるインク室群への残留振動の影響がほぼ均一化され、画像信号の内容に関わらず安定した印字制御が可能になる。

【0030】〈具体例2〉図8には、具体例2の動作説明図を示す。この構成は、図7に示した表と全く同様の形式で記載されている。また、図9に、具体例2のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャートを示す。このタイミングチャートは、図8のデータに基づいて記載されている。図9の図の記載要領は、具体例1の図1(a)に示したタイミングチャートと同一である。この例では、具体例1と同様に、ドライブタイミング時刻t0から一定時間経過した時刻t1に、吐出インク滴量に関わらず一斉に、インク室を膨張させた状態から収縮させた状態に切り換えるようにしている。

【0031】この具体例2は、例えば600DPIの高密度印字モードにおける制御例を示す。高密度印字モードでは、吐出すべきインク滴量の最大サイズが十分に小さい。従って、全てのインク滴吐出制御に、具体例1の

7

小滴用の制御を採用している。600DPIの場合には、600分の1インチの格子の対角線の長さで、約60マイクロメートル径のインク滴が最大サイズである。

【0032】ここで、図9や図8を見てわかるように、具体例1の場合と同様に、インク室を膨張させた状態から収縮させる状態への時刻 $t_1$ の切り換えタイミングを一致させる。さらに、その後、インク滴の吐出量を抑えるために、一時的にインク室を初期状態に戻し、膨張させ、再びインク室を収縮させるといった操作が行われる。即ち、時刻 $t_1$ から時刻 $t_2$ までの処理がインク滴の吐出量にかかわらず全く同一になる。このため、具体例1よりもいっそう、時刻 $t_2$ における残留振動エネルギーの状態がインク滴量に関わらずほぼ一定になる。

【0033】〈具体例2の効果〉以上のように、インク室を収縮させた後のインク滴吐出量を調整する動作をインク滴の大きさに関わらず一定のパターンにすると、その後に駆動されるインク室群に対する影響は更に安定化できる。

【0034】〈具体例3〉具体例3は、例えば300DPIの印字の場合の制御に適するものである。図10は具体例3の動作説明図で、図11は具体例3のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャートである。その記載要領は、これまでの具体例と同様である。300DPIで印字をする場合、今度は、最も小さい小滴用の駆動方法が、大滴用や中滴用の駆動方法と同一になる。即ち、図11に示したように、ドライブタイミングから一定時間後に、どの大きさのインク滴についても、同時にインク室を膨張させた状態から収縮させた状態に切り換わる。

【0035】インク滴の調整は、時刻 $t_1$ 以前のインク室膨張維持時間によって調整する。更に、時刻 $t_1$ 以 \*

8

\*後、時刻 $t_2$ までは、インク室を収縮させた状態に維持する。時刻 $t_1$ 以後、時刻 $t_2$ までは、インク滴の大小に関わらず一定の動作をさせる。

【0036】〈具体例3の効果〉これによって、時刻 $t_1$ 以後、インク室に残る残留振動エネルギーの状態がインク滴の大きさに関わらず一定になる。従って、これまでの具体例と同様に、次に駆動されるインク室群への影響が安定化し、高画質の印字が行われる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は具体例1のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャート、(b)は比較例の駆動方法タイミングチャートである。

【図2】印字ヘッドの斜視図である。

【図3】インク室の各状態での端面図である。

【図4】ヘッド駆動回路のブロック図である。

【図5】インク室群動作タイミングチャートである。

【図6】インク群の配列説明図である。

【図7】具体例1の動作説明図である。

【図8】具体例2の動作説明図である。

【図9】具体例2のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャートである。

【図10】具体例3の動作説明図である。

【図11】具体例3のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャートである。

【符号の説明】

4 インク室

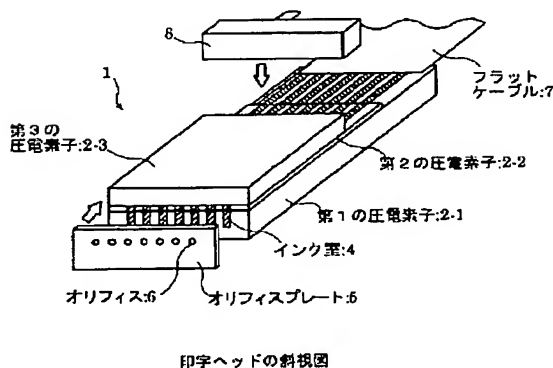
$t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  時刻

X 大滴用駆動パルス

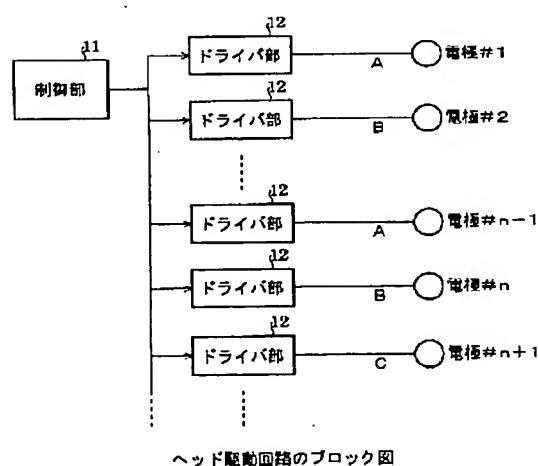
Y 中滴用駆動パルス

Z 小滴用駆動パルス

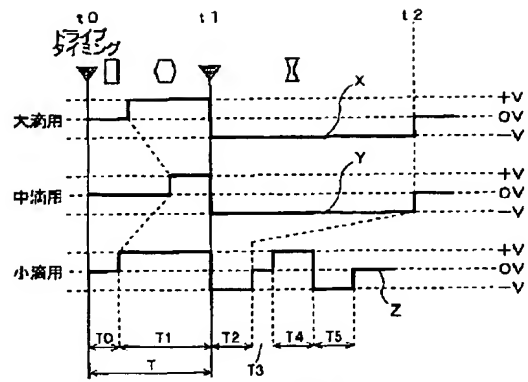
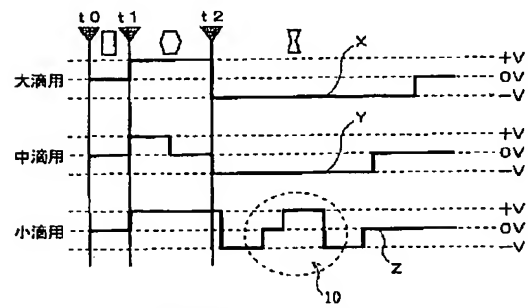
【図2】



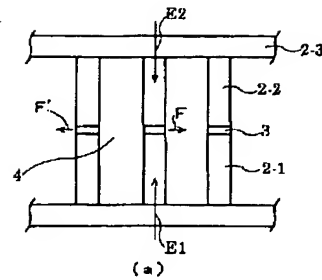
【図4】



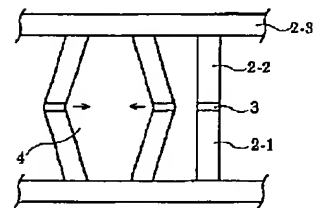
【図1】

具体例1のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャート  
(a)比較例の駆動方法タイミングチャート  
(b)

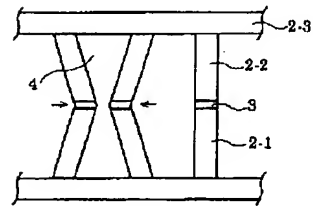
【図3】



(a)



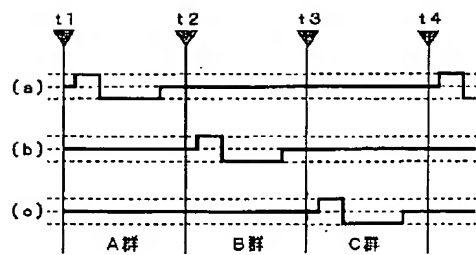
(b)



(c)

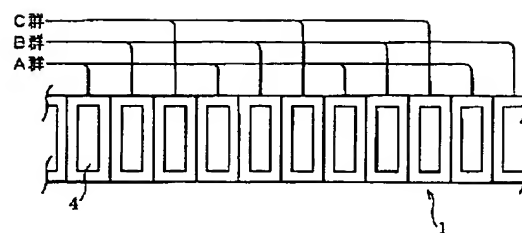
インク室の各状態での横断面図

【図5】



インク室群動作タイミングチャート

【図6】



インク室群の配列説明図

【図 7】

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	備考
レベル0							ドライブオフ
レベル1	3	9	4	2	4	4	小滴用
レベル2	8	4	22				中滴用
レベル3	4	8	22				大滴用

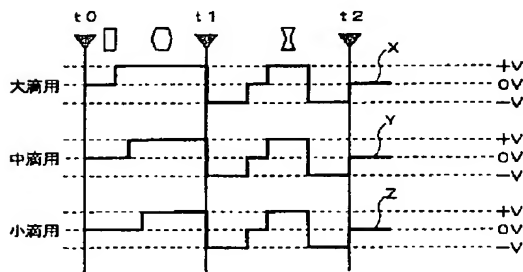
具体例1の動作説明図

【図 8】

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	備考
レベル0							ドライブオフ
レベル1	5	7	4	2	4	4	小滴用
レベル2	4	8	4	2	4	4	中滴用
レベル3	3	9	4	2	4	4	大滴用

具体例2の動作説明図

【図 9】



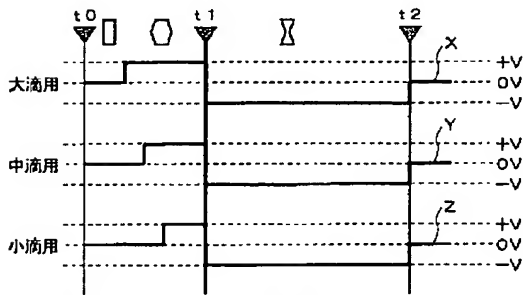
具体例2のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャート

【図 10】

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	備考
レベル0							ドライブオフ
レベル1	8	4	22				小滴用
レベル2	6	6	22				中滴用
レベル3	4	8	22				大滴用

具体例3の動作説明図

【図 11】



具体例3のインクジェットヘッド駆動方法タイミングチャート